



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年12月 6日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-355786

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-355786 ]

出 願 人

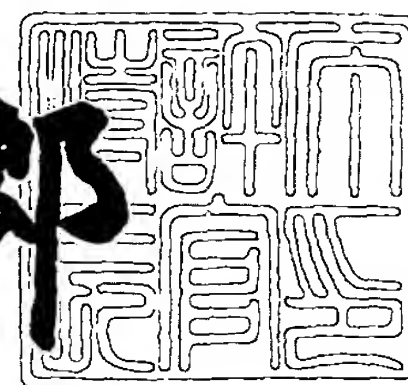
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 5月13日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3035585

【書類名】 特許願

【整理番号】 KN1502

【提出日】 平成14年12月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/31

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社 日立  
                           製作所 ストレージ事業部内

    【氏名】 丸山 洋治

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社 日立  
                           製作所 ストレージ事業部内

    【氏名】 岩倉 忠幸

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社 日立  
                           製作所 ストレージ事業部内

    【氏名】 川辺 隆

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社 日立  
                           製作所 ストレージ事業部内

    【氏名】 森尻 誠

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社 日立  
                           製作所 ストレージ事業部内

    【氏名】 福井 宏

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100093492

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 市郎

【電話番号】 03-3591-8550

【選任した代理人】

【識別番号】 100078134

【弁理士】

【氏名又は名称】 武 顕次郎

【電話番号】 03-3591-8550

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 113584

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ヘッド及びこれを用いた磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録媒体からの磁気情報を電気信号に変換する再生機能部と、電気信号を元に記録媒体へ磁気情報を書き込む電磁変換作用を有する書き込み機能部と、前記再生機能部と前記書き込み機能部を保護するためにこれらの機能部上に形成された第 1 の保護膜と、を備えた磁気ヘッドであって、

前記第 1 の保護膜上に第 2 の保護膜を形成し、且つ前記第 2 の保護膜の線膨張係数を前記第 1 の保護膜の線膨張係数に比べて小さくする

ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記第 1 の保護膜はアルミナ膜であり、

前記第 2 の保護膜はアルミナ膜に酸化珪素を添加した膜である

ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 において、

前記第 1 の保護膜はアルミナ膜であり、

前記第 2 の保護膜はカーボン又はボロンを主成分とした膜である

ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 4】 請求項 2 において、

前記第 2 の保護膜はアルミナ膜に 5 % 以上の酸化珪素を添加した膜であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つの請求項に記載の磁気ヘッドと、情報を記録又は再生する記録媒体と、前記記録媒体を回転させる回転手段と、前記磁気ヘッドを支持するとともに前記記録媒体面の所望位置に位置決めする支持位置決め手段と、情報信号を処理する記録再生回路と、を備えたことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、

前記磁気記録再生装置の動作中に、前記記録媒体上の表面凹凸の寸法と前記記録媒体回転中の浮上量ばらつきの寸法との加算値の近傍まで前記磁気ヘッドを前

記記録媒体に近付けるように、前記磁気ヘッドを位置設定することを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気ヘッド及び磁気ヘッドを搭載した磁気記録再生装置に関し、特に、磁気ヘッドの磁極部における浮上面への突出を低減する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

情報機器の記憶又は記録装置には、主に半導体メモリと磁性体メモリが用いられる。アクセス時間の観点から内部記憶装置に半導体メモリが用いられ、大容量かつ不揮発性の観点から外部記憶装置に磁気ディスク装置が用いられる。磁気ディスク装置の記録媒体は、ガラス又はA1基板上に磁性薄膜が成膜してあり、この記録媒体に磁気情報を書き込むため、電磁変換作用を有する機能部（書き込み機能部）が用いられ、また、磁気情報を再生するため、磁気抵抗現象、巨大磁気抵抗現象、又は電磁誘導現象を利用した機能部（再生機能部）が用いられる。この書き込み機能部と再生機能部は、磁気ヘッドの主要構成要素である。

【0003】

図5に本発明の記録ヘッドが適用される磁気ディスク装置の基本構成を示す。図5の（1）は磁気ディスク装置の平面図であり図5の（2）は断面図である。記録媒体2（実際には複数の媒体2-1～2-4が存在する）は、モータ3に直結されており、情報の入出力時に回転する機能を有する。磁気ヘッド1は、アーム7を介してロータリアクチュエータ4に支持される。サスペンション8は、磁気ヘッド1を記録媒体2に所定の荷重で押しつける機能を有する。磁気ヘッド1は、ロータリアクチュエータ4の回転と共に記録媒体2面上を移動し、任意の場所に位置決めした後、磁気情報の書き込み又は再生の各機能を実現する。また、ロータリアクチュエータを稼働するVCMへの信号やモータへの駆動信号を処理するため、また記録又は再生信号を処理するために、信号処理回路5及び記録再生用回路6が必要であり、これらの回路が磁気ディスク装置本体に取り付けられ

ている。

#### 【 0 0 0 4 】

図 6 は、磁気ヘッド 1 に搭載される情報の書き込み機能部及び再生機能部における基本構造を示す。書き込み機能部 1 0 は、渦巻き型コイル 1 2 と、これを上下に包み且つ磁氣的に結合された磁極 1 4 と磁極 1 5 と、トラック幅を決定する磁極 1 6 と、から構成される。

#### 【 0 0 0 5 】

再生機能部 1 1 は、磁気抵抗効果素子 1 9 と、前記素子に定電流を流し且つ抵抗変化を検出するための電極 2 0 と、から構成される。磁極 1 7 及び 1 8 は、磁気抵抗効果素子 1 9 と電極 2 0 を包み、再生時に不要磁界を遮断する上部及び下部シールドとしての機能を有する。この書き込み機能部と再生機能部は、磁気ヘッド本体 2 5 (即ち、スライダ) 上に下地層 2 4 を介して形成されている。

#### 【 0 0 0 6 】

更に、再生機能部と書き込み機能部の上には、これらの構成要素の信頼性を確保する目的から保護膜 3 0 が設けられている。保護膜 3 0 の機能としては、ヘッドが媒体上を浮上する際の機械的強度を保つ目的と、外気に含まれる腐食性雰囲気から各構成要素の劣化を防止する目的がある。これらの目的を満足させるため、保護膜としてはアルミナ膜が一般的に用いられる。膜厚としては機械的強度を保つ目的から 5 ミクロン以上が設定される。このアルミナ膜と構成要素との間には、アルミナ膜の接着性改善のため薄い金属膜が設けられる場合がある。また、構成要素の構造によって生じた凹凸を平坦化する目的でレジスト等の樹脂膜が設けられた後にアルミナ膜を設ける場合がある。これら薄い金属膜及び樹脂膜は保護膜を形成する際の間層としての機能を有する。

#### 【 0 0 0 7 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

磁気ディスク装置は、高信頼性を有し且つ大容量である特徴を有するため、今日の情報技術社会を支えるストレージ分野で広く適用されている。情報社会における情報量の増加は目を見張るものがあり、当然、磁気ディスク装置へも大量の情報を短時間で処理する高速化の性能改善が要求される。

## 【 0 0 0 8 】

磁気ディスク装置の高速化は、記録周波数と共に媒体の回転数（ヘッドと媒体との相対速度）を高めることで実現する。今日、高速磁気ディスク装置と呼ばれる機種では、400MHzを超える記録周波数と15000rpmを超える媒体回転数を実現した装置が既に製品化されている。また、高周波記録の技術に関しては、通信分野の技術を導入することで鋭意改良がなされている。媒体の高速回転化に関しても10000rpmを超える高速回転数で顕著となる空気と媒体表面との摩擦による発熱を押さえるべく、放熱設計を積極的に採り入れる状況となっている。

## 【 0 0 0 9 】

このような状況のもとで、記録周波数を500MHz以上に高めると、記録操作時に磁気ヘッドと記録媒体とが接触し、極端な場合には磁気ヘッドが記録媒体上でクラッシュする障害が生じ得る。この原因を追求したところ、記録動作時に書き込み機能部で生じた高周波損失分（いわゆる鉄損とコイルの銅損）による発熱により、記録媒体面に対向した磁極からなる素子部（図6に示した磁極14，15，16，17，18）が熱膨張して磁気ヘッド浮上面から突き出たために、磁気ヘッドが記録媒体と接触するためであることが分かった。

## 【 0 0 1 0 】

上述した同様の課題は、特に高速性能を基本的には要求しない小型（2.5型又は1.8型）磁気ディスク装置でも起こることが分かった。この場合、周波数が低いため記録時の発熱は原因とならず、磁気ディスク装置を使用する環境の温度に起因して生じる点に特徴がある。すなわち、小型磁気ディスク装置は可搬性に優れるため、高温環境下で使用されるケースがあり、このケースにおいて磁気ヘッドと記録媒体との接触又はクラッシュが生じるという課題がある。この環境温度の上昇に伴う課題は、熱により磁気ヘッドの書き込み機能部及び再生機能部が熱膨張し、磁気ヘッドの浮上面から図6に示す磁極15，16，17，18が突出することで記録媒体との障害が生じるものである。小型磁気ディスク装置における環境温度による障害は、大型磁気ディスク装置に比べて、記録媒体と磁気ヘッドの距離（浮上量）が狭いことにも起因している。



## 【 0 0 1 1 】

以上説明したように、熱（磁気ヘッド自体の発熱及び環境温度による熱）による書き込み機能部及び再生機能部の磁気ヘッド浮上面への変形ないし磁気ヘッド浮上面からの突出現象により、特に、高密度記録を達成するためには必要となる小さいな浮上量要求を満たすことが困難となってきた。具体的には、例えば浮上量を 1 0 n m 程度又はそれ以下の極めて小の浮上量にまで下げることが困難となってきた。

## 【 0 0 1 2 】

上述した課題を解決する従来技術として、温度上昇に伴う磁気ヘッドのエアベアリングサーフェース（A B S）側での変形を改善し、磁気ディスク装置における浮上量の低下、クラッシュの危険性の増大、及び T A（サーマルアスペリティ）の増大などを改善するために、熱による変形を生じない磁気ヘッドを得る手法が、特開 2 0 0 0 - 3 0 6 2 1 5 に開示されている。

## 【 0 0 1 3 】

上述した公報の開示技術は、コイルを包含する絶縁層を、7 0 ～ 1 0 0 ℃の低いガラス転移点を有する樹脂、多孔質体、ポリイミドで構成して、高温時の熱変形を低減し、又は動作状態と同じ高温でヘッドの A B S を研磨して、動作時の A B S の変形突出を防ぐものである。

## 【 0 0 1 4 】

この従来技術によれば、或る一定の効果はあるものの、金属から構成される磁極 1 5, 1 6, 1 7, 1 8 が熱変形することによる浮上面への突き出しを完全に防止することはできない。すなわち、変形量を押さえる効果は認められるが、磁気ヘッドの浮上量を 1 0 n m 近傍の高さにまで安定して設定することはできない。この原因を考察するに、書き込み機能部及び再生機能部は異なる物質（磁極を一例とする金属、絶縁物、樹脂、無機物等）から構成されるため、温度環境が変化すれば線膨張係数の異なるこれらの物質間で応力が生じて磁気ヘッドに変形が生じるためであると考えられる。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の目的は、温度上昇に伴う磁気ヘッドの局所的な変形を相殺する手段を



設けることによって、磁気ヘッド浮上面からの突出量を低減し、磁気ヘッドと記録媒体との温度上昇による接触現象を回避する磁気ヘッド及びこれを用いた磁気記録再生装置を提供することにある。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明は主として次のような構成を採用する。

記録媒体からの磁気情報を電気信号に変換する再生機能部と、電気信号を元に記録媒体へ磁気情報を書き込む電磁変換作用を有する書き込み機能部と、前記再生機能部と前記書き込み機能部を保護するためにこれらの機能部上に形成された第1の保護膜と、を備えた磁気ヘッドであって、

前記第1の保護膜上に第2の保護膜を形成し、且つ前記第2の保護膜の線膨張係数を前記第1の保護膜の線膨張係数に比べて小さくする構成とする。

【 0 0 1 7 】

また、前記磁気ヘッドにおいて、前記第1の保護膜はアルミナ膜であり、前記第2の保護膜はアルミナ膜に酸化珪素を添加した膜である構成とする。

【 0 0 1 8 】

また、前記磁気ヘッドにおいて、前記第1の保護膜はアルミナ膜であり、前記第2の保護膜はカーボン又はボロンを主成分とした膜である構成とする。

【 0 0 1 9 】

また、前記磁気ヘッドにおいて、前記第2の保護膜はアルミナ膜に5%以上の酸化珪素を添加した膜である構成とする。

【 0 0 2 0 】

前記構成を採用することにより、温度環境に伴う磁気ヘッドの局所的な変形を相殺することが可能となり、磁気ヘッド浮上面からの磁気ヘッド突出量を実効的に低減することができる。また、磁気ヘッドと記録媒体との温度変化による接触現象を回避でき、使用温度範囲が広くて高密度記録ができる磁気ディスク装置を実現できる。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態に係る磁気ヘッドについて、図 1 ～ 図 4 を参照しながら以下説明する。図 1 は本発明の実施形態に係る磁気ヘッドの具体的構造を示す構成図と磁気ヘッドの機能乃至作用を示す説明図である。図 2 は本実施形態の磁気ヘッドを備えたスライダの全体構成を示す見取図である。図 3 は本実施形態の磁気ヘッドにおける書き込み及び再生機能部（磁極部）の突出量と第 2 の保護膜厚との関係を示す図である。図 4 は本実施形態の磁気ヘッドにおける各構成要素の線膨張係数を含む特性を示す図である。

## 【 0 0 2 2 】

図 1 の（ 1 ）において、本実施形態に係る磁気ヘッドは、例えば  $Al_2O_3 - TiC$  からなる基板 2 5（スライダ）と、その上に積層された例えば  $Al_2O_3$  からなる下地層 2 4 と、更にその上で記録媒体上の磁気情報の再生を行う再生機能部 1 1 と、更にその上で記録媒体への磁気情報に電磁変換する書き込み機能部 1 0 と、第 1 の保護膜 3 0 と、第 2 の保護膜 3 1 と、を備えている。ここで、書き込み機能部 1 0 は、渦巻き型コイル 1 2 と、これを上下に包み且つ磁氣的に結合された磁極 1 4 及び磁極 1 5 と、トラック幅を決定する磁極 1 6 と、から構成されている。また、再生機能部 1 1 は、磁気抵抗効果素子 1 9 と、前記素子に定電流を流し且つ抵抗変化を検出するための電極 2 0 と、磁極 1 7 及び 1 8 と、から構成される。ここで、磁極 1 7 及び 1 8 は、磁気抵抗効果素子 1 9 と電極 2 0 を包み、再生時に不要磁界を遮断する上部及び下部シールドとしての機能を有する。この書き込み及び再生機能部を含む磁気ヘッドは、基板（スライダ） 2 5 上に下地層 2 4 を介して形成されている。

## 【 0 0 2 3 】

本発明の実施形態では、再生機能部 1 1 及び書き込み機能部 1 0 の上方に設けた保護膜について、第 1 の保護膜に第 2 の保護膜を形成した構造とその特性に特徴があり、以下その構造と特性について詳述する。

## 【 0 0 2 4 】

再生機能部 1 1 及び書き込み機能部 1 0 の上に、これらの構成要素の信頼性を確保する観点からまず、第 1 の保護膜 3 0 として厚さ 2 5 ミクロン（ $\mu m$ ）のアルミナ膜をスパッタ法を用いて積層する。次いで、厚さ 9  $\mu m$  の酸化珪素を含む

アルミナ膜 3 1 を積層する。成膜にはアルミナ膜と同様にスパッタ法を用いる。その後、従来技術と同様にスライダ加工並びにエアベアリング面加工を施すことによって磁気ヘッドを備えたスライダを製造する。

## 【 0 0 2 5 】

本実施形態に係る磁気ヘッドの構成は、第 1 の保護膜 3 0 とともに第 2 の保護膜 3 1 が存在する点にあり、更に、第 2 の保護膜 3 1 の線膨張係数が第 1 の保護膜 3 0 のそれに比べて小さい点にその特徴がある。更に、第 1 の保護膜 3 0 は磁気ヘッドで通常使用される材料を使用しても良いことである（第 1 の保護膜の材料を特定することは後述するように本発明の必須要件ではないが、少なくとも第 1 の保護膜は汎用のものでも良い）。なお、線膨張係数の小である第 2 の保護膜を第 1 の保護膜上に形成した本実施形態に関する保護膜の全体構造は、従来技術の第 1 の保護膜のみのもものと外見上は異ならないが、材料を組成分析したり密度分析することで線膨張係数の異なる 2 種の保護膜を用いたことが確認でき、更に、これらの保護膜の線膨張係数の大小関係は、温度変化に伴うスライダの空気流出端の変形方向を測定することによって確認することができる。

## 【 0 0 2 6 】

次に、本実施形態に係る磁気ヘッドの機能乃至作用上の特徴を図 1 の（2）を参照しながら説明すると、基板（スライダ）よりも線膨張係数の大きい磁性材料からなる再生機能部及び書き込み機能部は、温度上昇（記録ヘッドの高周波数信号による発熱又は使用環境の高温度）によって記録媒体側に変形して突出するという現象を引き起こす（図 1 の（2）の点線図示のように）。そこで、本実施形態では線膨張係数の小である第 2 の保護膜を第 1 の保護膜上に形成することによって（第 1 と第 2 の保護膜の線膨張係数の大小関係は後述する図 6 を参照）、再生機能部及び書き込み機能部の突出しようとする現象に対して、第 2 の保護膜の線膨張係数の小さいことから、第 2 の保護膜には前記突出現象を抑制しようとする力が働き、その抑制力に引きずられて再生機能部及び書き込み機能部の突出量が抑制されて図の実線のようにその突出が抑制されるのである。

## 【 0 0 2 7 】

換言すると、温度上昇があれば、スライダも含めて全体として膨張するのであ

るが、特に、再生機能部及び書き込み機能部がその線膨張係数の大きさによって点線図示のように突出しようとする傾向を第2の保護膜の膨張抑制力によって、再生機能部及び書き込み機能部の突出量を結果的に低減している。第2の保護膜の厚さが厚いと抑制力が大となるので前記突出の低減の程度も大きくなると云える（後述する図3もその傾向を示している）。

## 【 0 0 2 8 】

なお、スライダの空気流出端の突出量を測定することは容易であるので、第1の保護膜の線膨張係数が未知ものを採用する場合であっても、第2の保護膜の膜厚を種々変更することで突出量（書き込み及び再生機能部の突出量）を最低とする条件を見い出すことが可能である。この場合においても、当然に、第1の保護膜の線膨張係数が未知であっても第2の保護膜の線膨張係数が第1の保護膜の線膨張係数に比べ小さくなっているはずである。

## 【 0 0 2 9 】

図3は、線膨張係数が  $7.1 \times 10^{-6} / K$  のアルミナ膜（即ち、第1の保護膜）上に線膨張係数が  $4.81 \times 10^{-6} / K$  の酸化珪素を含むアルミナ膜（即ち、第2の保護膜）を積層した際の書き込み及び再生機能部周囲の浮上面突出量について、酸化珪素を含むアルミナ膜の膜厚（ $t$ ）を変化させて計算した結果である。なお、図3で横軸は下部シールド（図1で符号18）からの距離であり、最左側はスライダの空気最流入端であり、右側は保護膜側である。

## 【 0 0 3 0 】

図3の縦軸は書き込み及び再生機能部の記録媒体側への突出量である。図3は磁気ヘッドの各構成要素の材料、寸法、線膨張係数、温度などの条件に基づいて計算した値であるが、実際に測定したところ図3のデータと略一致することを確認した。この計算の場合、書き込み及び再生の各機能部はスライダ空気流出端面の中央部に設けられている。縦軸の突出量は最も突出の大きなスライダ中央部でエアベアリング面を基準にプロットしている。図3には、比較の意味で保護膜に酸化珪素を含むアルミナ膜を積層しない場合（ $t = 0$ ）も示している。

## 【 0 0 3 1 】

まず、酸化珪素を含むアルミナ膜を積層しない計算結果（ $t = 0$ ）に着目する

と、書き込み及び再生機能部位置でエアベアリング面から約  $1.6 \text{ nm}$  の突出（本発明において、相殺すべき突出量）が認められる。そして、記録媒体上には約  $8 \text{ nm}$  の凹凸があり、且つ媒体を回転した際の浮上量ばらつきが約  $2 \text{ nm}$  あるため、前記約  $1.6 \text{ nm}$  の突出量を考慮すると、磁気ヘッドと記録媒体面との距離である浮上量を  $10 \text{ nm}$  の狭さには設定できないことになる。

## 【 0 0 3 2 】

一方、図 3 から分かるように、酸化珪素を含むアルミナ膜（第 2 の保護膜）を積層した場合、第 2 の保護膜の膜厚（ $t$ ）を厚くするほど、スライダ空気流出端部が大きく引き込み方向に変形し、実効的に書き込み及び再生の各機能部での突出（ $t = 0$  のときの突出量  $1.6 \text{ nm}$ ）を相殺する方向に機能していることがわかる。

## 【 0 0 3 3 】

本発明は、この計算結果に見られる書き込み及び再生の各機能部での突出量それ自体を減らすのではなく、図 1 の（2）に図示するように、第 1 の保護膜上にさらに線膨張係数の小さな第 2 の保護膜を積層することによって、第 1 の保護膜を引き込み方向に熱変形させ、その結果として書き込み及び再生の各機能部の突出を相殺することを特徴とするものである。

## 【 0 0 3 4 】

図 4 には本実施形態で用いた保護膜の線膨張係数とヤング率等を実測した値を示す。図 4 から第 1 の保護膜として用いたアルミナ膜の線膨張係数が第 2 の保護膜に用いた酸化珪素を含むアルミナ膜に比べて、高い線膨張係数であることが分かる。そして、本実施形態で用いた保護膜の線膨張係数に図示の差がある場合、書き込み及び再生機能部における約  $2 \text{ nm}$ （約  $50^\circ\text{C}$  の温度上昇による）突出を相殺させるためには、第 1 の保護膜の厚さが  $25 \mu\text{m}$  の場合、約  $9 \text{ ミクロン}$ （ $\mu\text{m}$ ）の第 2 の保護膜を成膜する必要があった（実験結果によると）。ここで、第 1 と第 2 の保護膜とでその線膨張係数の差が大きければ、それだけ大きな効果が得られるため、第 2 の保護膜の必要膜厚を薄くすることができる。

## 【 0 0 3 5 】

上述した具体的な実験例では、アルミナ膜に  $15\%$  の割合で酸化ケイ素を含有



させた例を紹介したが、第 1 と第 2 の保護膜の線膨張係数の差は、酸化ケイ素含有率が 5 % 以上になると顕著になることが実験で確かめられた。即ち、酸化ケイ素含有率が 5 % 未満であると線膨張係数にそれ程差が出ないので、突出量低減に大きな効果は期待できないことになる。逆に、酸化ケイ素含有率を高めるほど線膨張係数に大きな差を持たせることができるので、酸化ケイ素の含有率を高めた場合においては、磁極の突出量を相殺するのに第 2 の保護膜を薄い膜厚に設定できる。

## 【 0 0 3 6 】

ここにおいて、書き込み及び再生機能部における磁極部の突出を相殺する手段として、本発明のような第 1 の保護膜上に第 2 の保護膜を形成する代わりに、保護膜そのものを線膨張係数の小さな酸化ケイ素を含むアルミナ膜を用いることも可能であるが、磁気ヘッドが記録媒体と接触すると、記録媒体上に設けられている潤滑剤と保護膜に含まれるケイ素との反応によって反応生成物が生成し、磁気ヘッドと媒体間に介在する前記反応生成物が磁気ヘッドの浮上特性を劣化させることが知られている。そして、この反応生成物の生成は第 2 の保護膜を形成する本発明の実施形態においても起こり得るが、これに対して、本発明では、図 2 に示すように、第 2 の保護膜における記録媒体側の端面をスライダ浮上面から凹ませる加工を施している。この加工によって、記録媒体に最も接近する第 2 の保護膜が記録媒体と接触する可能性が少なくなる。図 2 の図示構造では、凹み加工を第 2 の保護膜の全面に施し、更に第 1 の保護膜をも部分的に凹み加工しているが、要は、磁気ヘッドの書き込み及び再生機能部を凹み加工時に傷付けずに、保護膜を凹み加工することである。この保護膜の凹み加工も本発明の実施形態の特徴の一つである。

## 【 0 0 3 7 】

本実施形態において特定した第 1 の保護膜の線膨張係数と第 2 の保護膜の線膨張係数との大小関係を維持する範囲内であれば、第 2 の保護膜に酸化珪素を含むアルミナ膜に代えて、第 2 の保護膜としてカーボン又はボロンを主成分とした保護膜を用いても良い。特に、カーボンを用いる場合、硬度が高い理由からスライダ後端における機械強度を増す効果があり、衝撃に強い磁気ディスク装置を実現

する上で好適である。また、ボロンを用いる場合、媒体との接触が万一生じて、接触時の発熱により昇華反応が生じて、磨耗粉が磁気ディスク装置内に残留し難い効果が確認できた。

## 【 0 0 3 8 】

このように、本発明の実施形態は、第 1 の保護膜の線膨張係数に対して第 2 の保護膜の線膨張係数が小さい点であり、この条件を満足させることで書き込み及び再生機能部での発熱、環境温度による突出を相殺する方向に第 1 の保護膜を通して前記機能部の磁極部を突出抑制させることである。従って、この条件を満足する範囲内であれば、第 1 の保護膜として、アルミナ膜を用いない保護膜又はアルミナ膜に他の元素が含まれる保護膜を採用する磁気ヘッドも本発明の範疇に含まれるのである。

## 【 0 0 3 9 】

本発明の実施形態に係る磁気ヘッドを適用した磁気ディスク装置の基本的な構成は、図 5 に示した従来技術と外見上は異ならない。記録媒体 2 は、モータ 3 に直結されており、情報の入出力時に回転する機能を有する。磁気ヘッド 1 は、アーム 7 を介してロータリアクチュエータ 4 に支持される。サスペンション 8 は、磁気ヘッド 1 を記録媒体 2 に所定の荷重で押しつける機能を有する。再生信号の処理及び情報の入出力には、信号処理回路 5 及び記録再生用回路 6 が必要であり、装置本体に取り付けられている。磁気ヘッド 1 は、ロータリアクチュエータ 4 の回転と共に記録媒体 2 面上を移動し、任意の場所に位置決めした後、磁気情報の書き込み又は再生機能を実現する。磁気ヘッドを制御する電気回路も装置本体に存在する。

## 【 0 0 4 0 】

本発明においては、書き込みと再生の各機能部の温度上昇によるエアベアリング面からの突出を第 2 の保護膜の引き込み方向への変形によって防止することができる。この第 2 の保護膜の引き込みの機能乃至作用を用いて、磁気ヘッド 1 と記録媒体 2 との距離を、記録媒体上の凹凸（例えば、約 8 nm）と浮上量ばらつき（例えば、約 2 nm）を加算した距離に近接できるように、エアベアリング面形状と記録媒体の回転数（磁気ヘッドとの相対速度）を設定している。



## 【 0 0 4 1 】

また、第 2 の保護膜としてカーボンを用いた場合には、記録媒体に単発的な接触が発生してもカーボンの機械的強度によって磁気ヘッドの破損が避けられるため、機械的な公差の比較的大きいサスペンションを使用して磁気ヘッドを支持でき、サスペンションの単価を抑制することができる。また、第 2 の保護膜としてボロンを用いた場合にも、磁気ディスク装置の熱的及び機械的交差の比較的大きいサスペンションを使用可能とする設計を実施でき、開発コストと製造コストを低下させることができる。

## 【 0 0 4 2 】

更に、敷衍して説明すると、本発明の基本的な構成として、記録媒体と磁気ヘッドとを接近させるため、図 2 に示す記録媒体面に対向する磁気ヘッド面 4 1 にエアベアリングを形成する。磁気ヘッドにおいてエアベアリング面を形成する部位は一般にスライダ 4 2 と呼ばれるが、このスライダの空気流出端側に、記録媒体からの磁気情報を電気信号に変換する再生機能部 1 1 と、コイルへの電気信号から記録媒体への磁気情報を書き込む書き込み機能部 1 0 とを設ける。従来技術では、この再生機能部及び書き込み機能部上（スライダの空気流出端側）にアルミナ膜からなる保護膜 3 0 が形成されているのに対して、本発明では、第 1 の保護膜 3 0 上にさらに第 2 の保護膜 3 1 を形成し、且つ第 2 の保護膜 3 1 の線膨張係数を第 1 の保護膜 3 0 の線膨張係数に比べ小さくしている（低くしている）。

## 【 0 0 4 3 】

また、第 1 の保護膜 3 0 がアルミナ膜であり、第 2 の保護膜 3 1 としてカーボン又はボロンを主成分とした保護膜を形成する。また、第 1 の保護膜 3 0 をアルミナ膜とした場合、第 2 の保護膜 3 1 をアルミナ膜に酸化珪素を添加した膜を用いる。また、第 2 の保護膜 3 1 としてアルミナ膜に 5 % 以上の酸化珪素を添加した膜を用いる。

## 【 0 0 4 4 】

また、以上のような第 1 の保護膜と第 2 の保護膜を形成した磁気ヘッドを備えた磁気ディスク装置も本発明の適用例であり、磁気ヘッドと記録媒体との距離を 1 0 n m 程度の間隔となるように構成する。

【 0 0 4 5 】

換言すると、本発明の特徴は、磁気ヘッドを構成するスライダの空気流出端部に設けられ、書き込み及び再生機能部を保護する保護膜に線膨張係数の異なる2種類の積層膜（保護膜が2種類以上であっても本発明の技術的思想を達成するものであれば当然に良い）を用い、且つ書き込み及び再生機能部から遠い方の保護膜に線膨張係数の小さな保護膜を用いた点にある。

【 0 0 4 6 】

【発明の効果】

本発明によれば、温度環境に伴う磁気ヘッドの局所的な変形を相殺することが可能となり、磁気ヘッド浮上面からの磁気ヘッド突出量を実効的に低減することができる。このため、磁気ヘッドと記録媒体との温度変化による接触現象を回避でき、使用温度範囲の広い、高信頼の磁気ディスク装置を実現できる。

【 0 0 4 7 】

また、磁気ヘッドの局所的な変形を相殺することによって、記録媒体と磁気ヘッドとを10nm程度に接近させることが可能となって、記録密度の高い（ビット単価の安い）磁気ディスク装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る磁気ヘッドの具体的構造を示す構成図と磁気ヘッドの機能乃至作用を示す説明図である。

【図2】

本実施形態の磁気ヘッドを備えたスライダの全体構成を示す見取図である。

【図3】

本実施形態の磁気ヘッドにおける書き込み及び再生機能部（磁極部）の突出量と第2の保護膜厚との関係を示す図である。

【図4】

本実施形態の磁気ヘッドにおける各構成要素の線膨張係数を含む特性を示す図である。

【図5】

磁気ヘッドを備えた磁気ディスク装置の全体構成を示す図である。

【図 6】

従来技術に関する磁気ヘッドの具体的構造を示す構成図である。

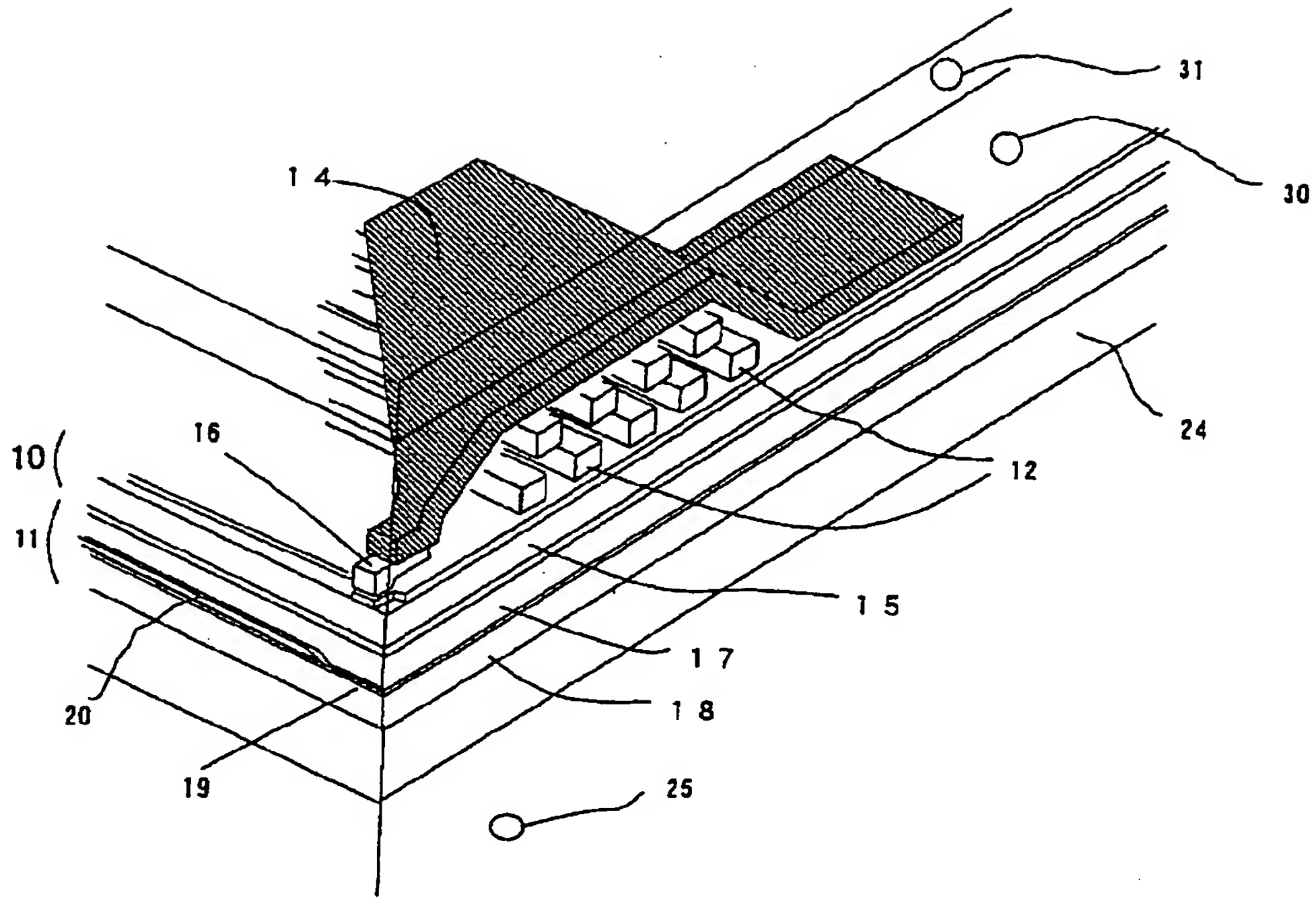
【符号の説明】

- 1 磁気ヘッド
- 2 記録媒体
- 3 モータ
- 4 ロータリーアクチュエータ
- 5 回路基板
- 6 記録再生用回路
- 7 アーム
- 8 サスペンション
- 10 書き込み機能部
- 11 再生機能部
- 12 コイル
- 14, 15 書き込み用磁極
- 16 トラック幅規定用磁極
- 17, 18 再生用上部及び下部磁極（シールド）
- 19 磁気抵抗効果膜
- 20 電極
- 24 下地膜
- 25 基板（スライダ）
- 30 保護膜（第1の保護膜）
- 31 第2の保護膜
- 41 エアーベアリング面
- 42 スライダ

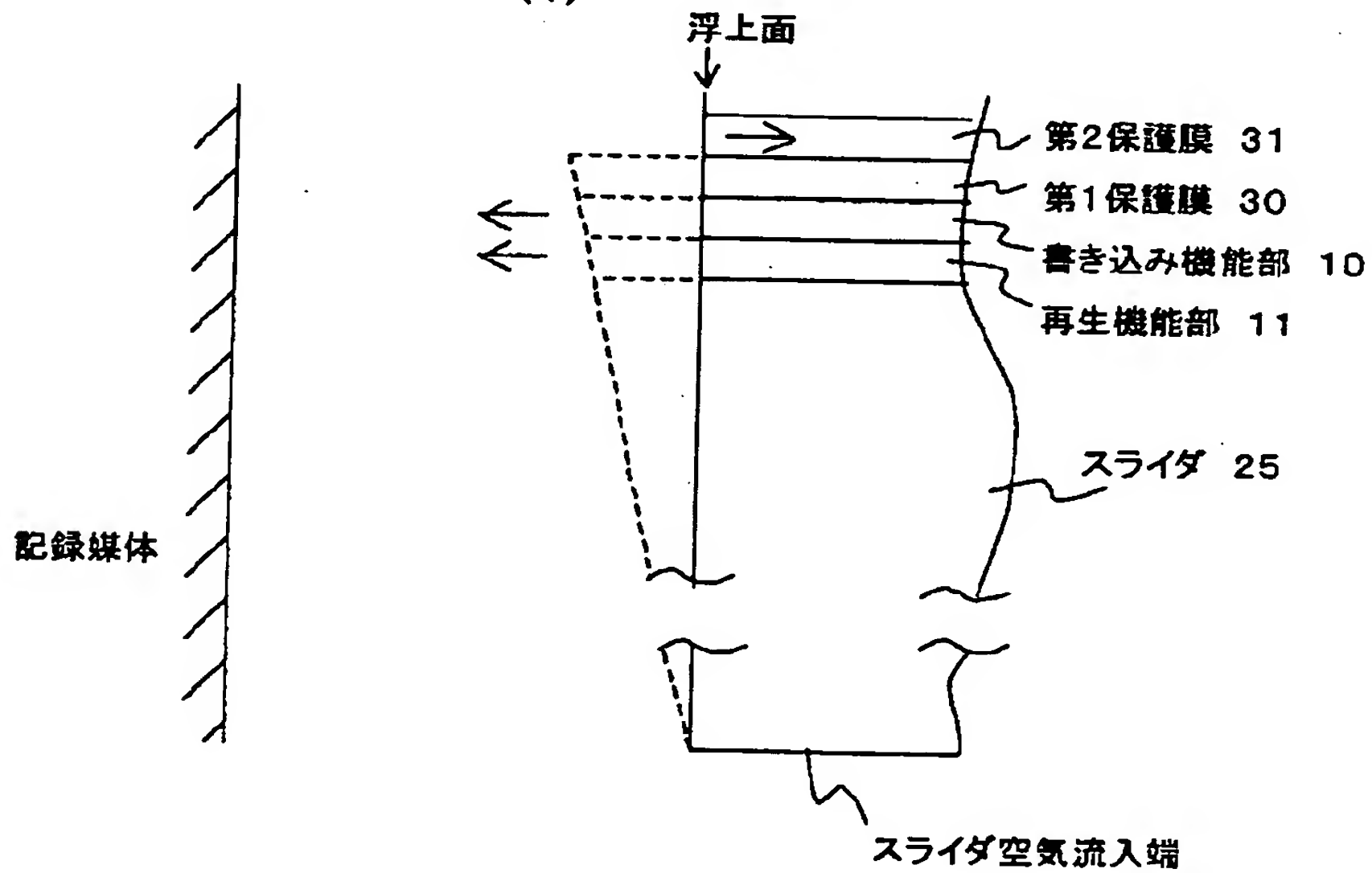
【書類名】 図面

【図 1】

図1



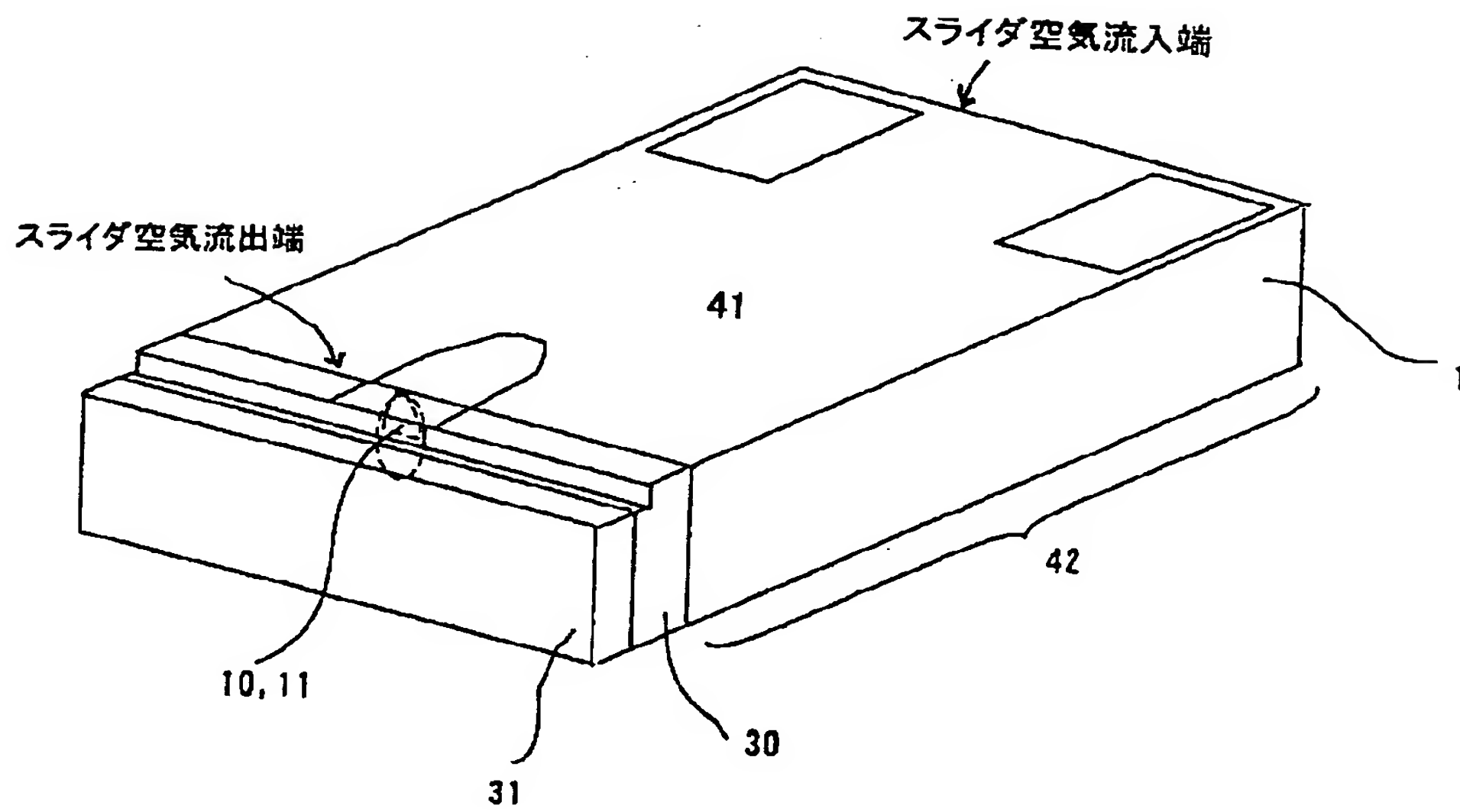
(1)



(2)

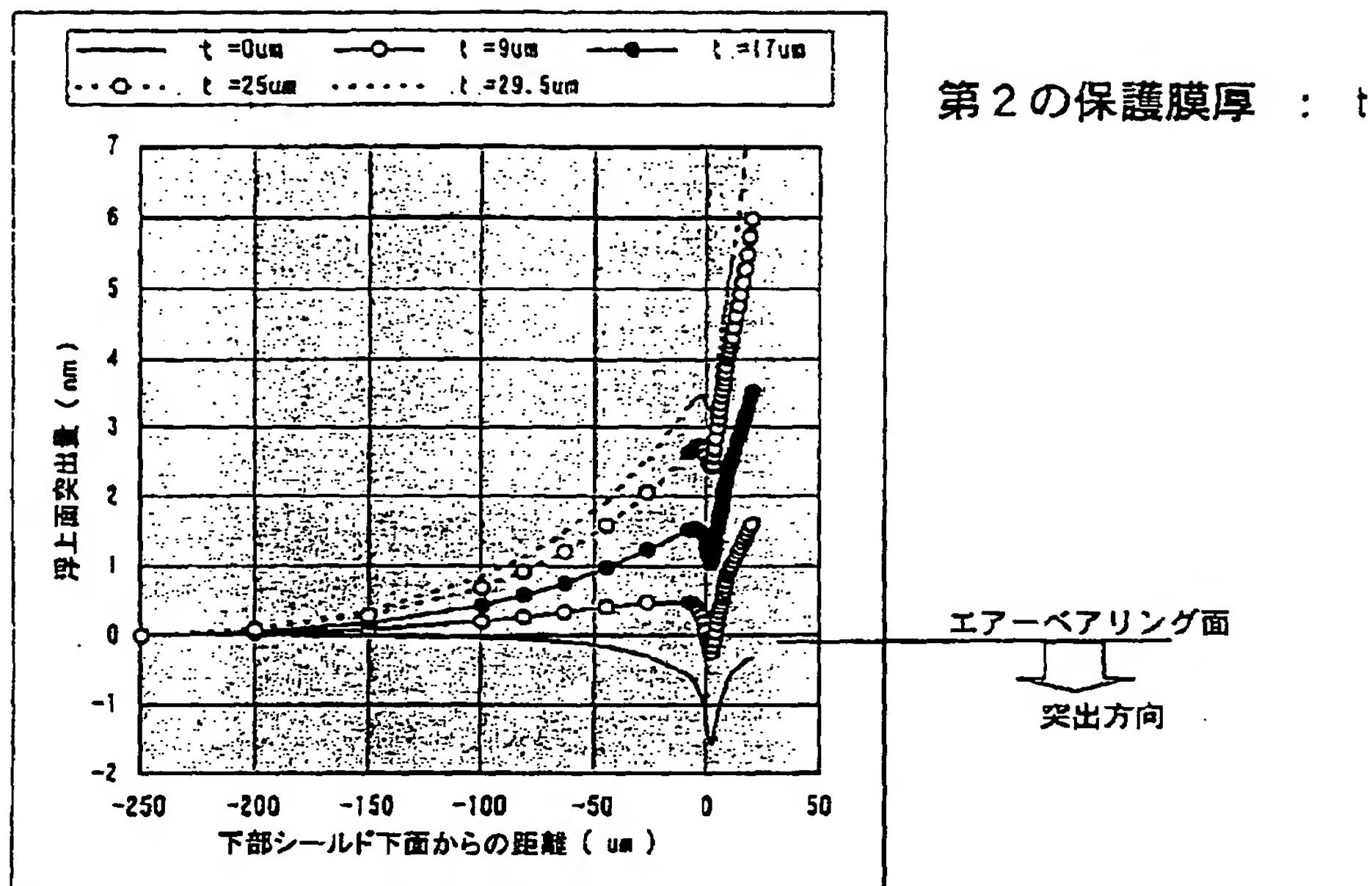
【図 2】

図 2



【図 3】

図3



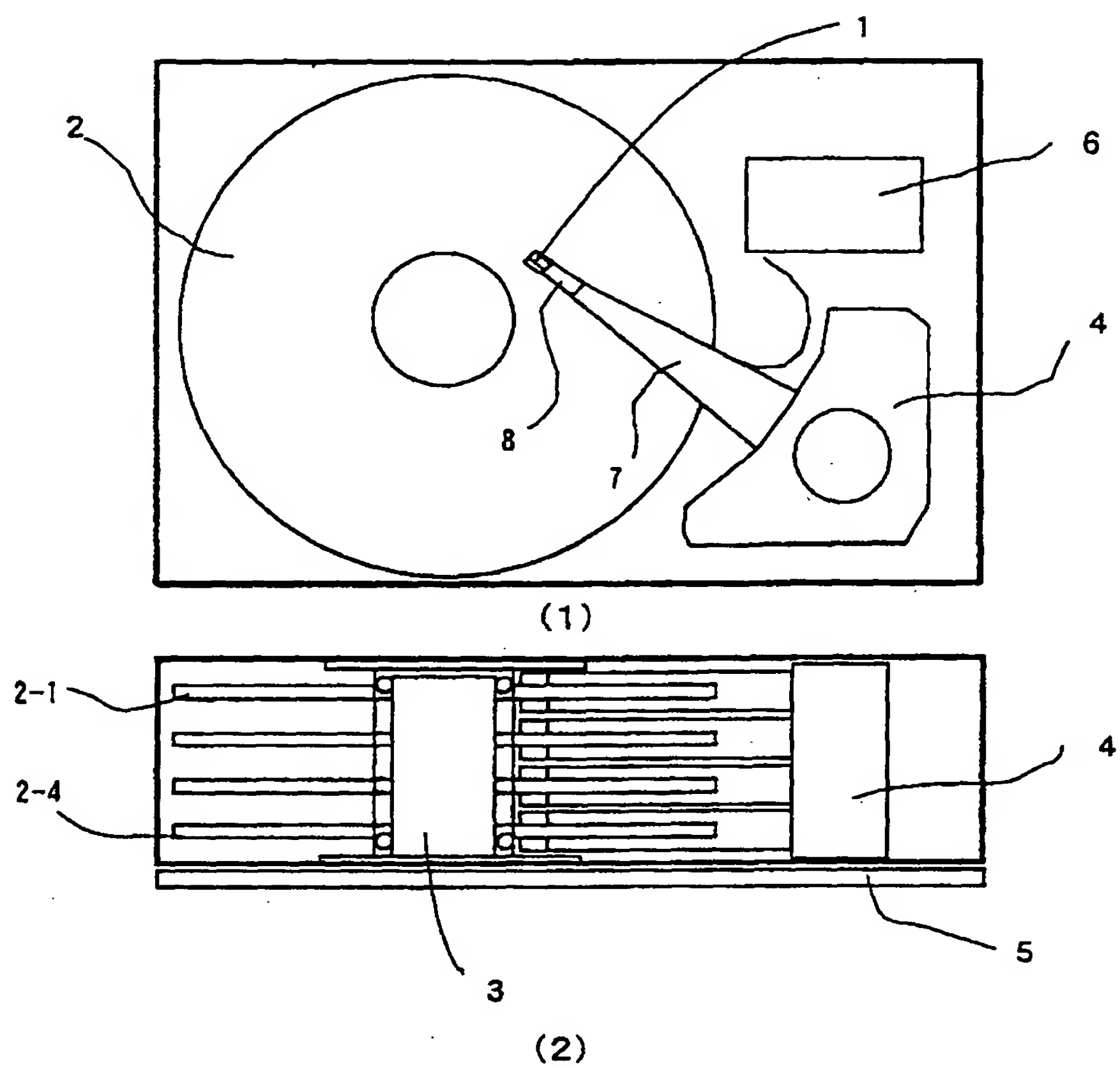
【図 4】

図4

	熱伝導率 ( $\mu\text{W}/\mu\text{mK}$ )	ヤング率 (GPa)	ポアソン比	線膨張係数 ( $10^{-6}/\text{K}$ )
基板	20	390	0.22	7.1
第1の保護膜：アルミナ	1.3	410	0.25	7.1
再生機能部磁極	35	200	0.3	12.8
書き込み機能部磁極	35	144	0.3	8.5
絶縁層：樹脂	0.5	3.7	0.35	30
コイル(Cu)	403	110	0.3	16.2
第2の保護膜：Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	1	292	0.222	4.8

【図 5】

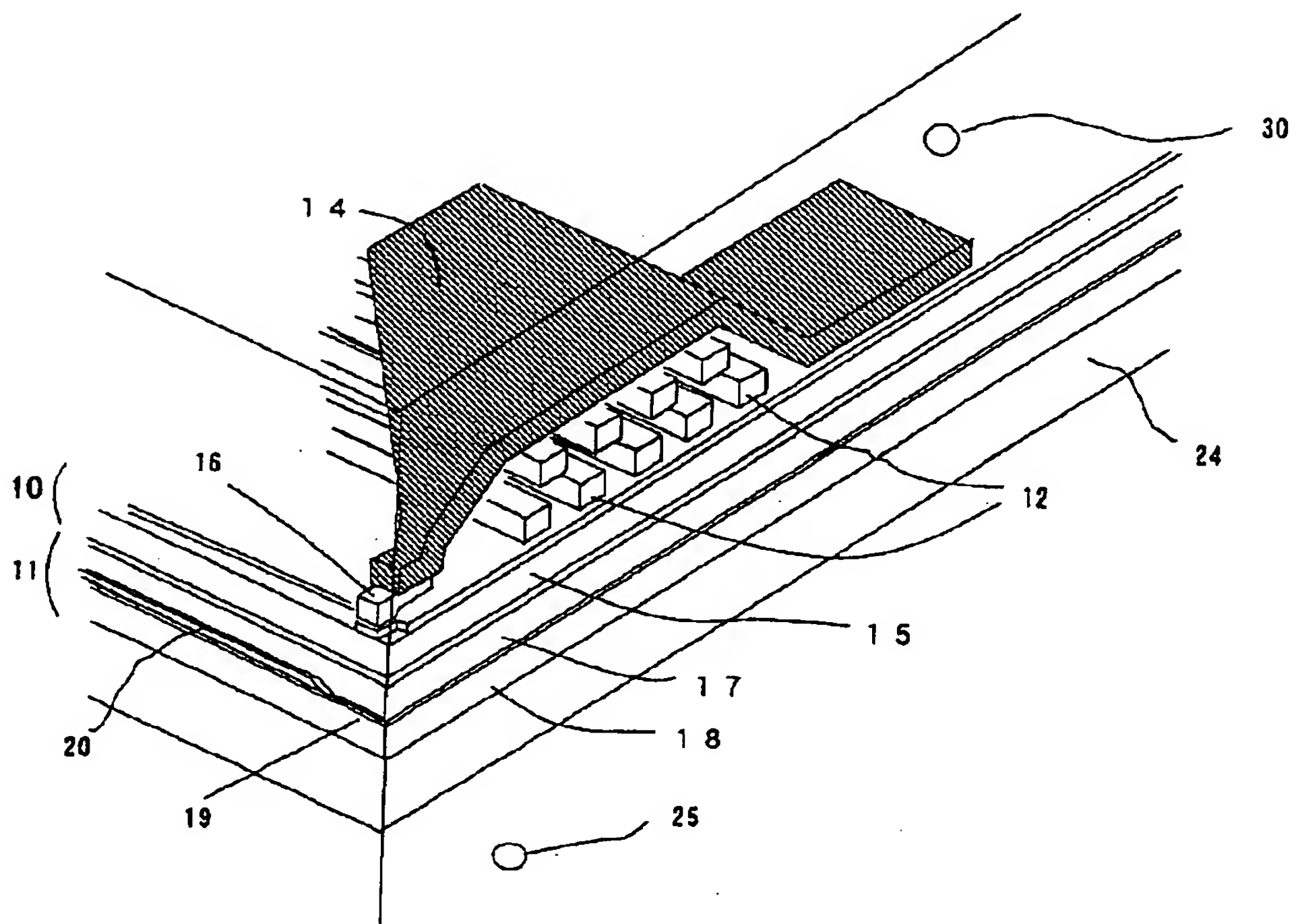
図 5





【图 6】

图6



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】磁気ヘッド自体からの発熱と環境温度からの熱によって磁気ヘッド機能部が磁気ヘッド浮上面から突出することを実効的に低減すること。

【解決手段】 記録媒体からの磁気情報を電気信号に変換する再生機能部 1 1 と、記録媒体へ磁気情報を書き込む電磁変換作用を有する書き込み機能部 1 0 と、再生機能部と書き込み機能部上に形成された第 1 の保護膜 3 0 と、を備えた磁気ヘッドであって、第 1 の保護膜 3 0 上に第 2 の保護膜 3 1 を形成し、且つ第 2 の保護膜 3 1 の線膨張係数を第 1 の保護膜 3 0 の線膨張係数に比べて小さくする構成とする。また、第 1 の保護膜はアルミナ膜であり、第 2 の保護膜はアルミナ膜に酸化珪素を添加した膜である。また、第 1 の保護膜はアルミナ膜であり、第 2 の保護膜はカーボン又はボロンを主成分とした膜である。また、第 2 の保護膜はアルミナ膜に 5 % 以上の酸化珪素を添加した膜である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 { 0 0 0 0 0 5 1 0 8 }

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名 株式会社日立製作所